



Kriteria peralatan uji alir fluida sumur panas bumi



© BSN 2005

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin, menggandakan dan mengumumkan sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun dan dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Gd. Mangala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar Isi

Daftar isi	i
Prakata	iii
Pendahuluan	iv
1 Ruang lingkup	1
2 Acuan normatif	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Peralatan uji alir fluida sumur panas bumi	2
4.1 Kriteria peralatan uji alir sifat fisis	2
4.1.1 Metode tekanan kritis pipa lip	2
4.1.1.1 Uji tegak	2
4.1.1.2 Uji datar	2
4.1.2 Metode lempeng orifis	6
4.1.2.1 Dominasi uap	6
4.1.2.2 Dominasi air	6
4.1.3 Kriteria peralatan uji alir sifat fisis dengan kalorimetri	9
4.2. Kriteria peralatan uji alir sifat kimia	9
Lampiran A (informatif) Prosedur perhitungan laju aliran air pada saluran terbuka dan di <i>weirbox (rectangular-notch and 90 v-notch weir)</i>	18
Lampiran B (informatif) Data penunjang	21
Bibliografi	23
Daftar Gambar	
Gambar 1 Skema instalasi uji tegak metode tekanan kritis pipa lip	3
Gambar 2 Skema instalasi uji datar metode tekanan kritis pipa lip	4
Gambar 3 Skema instalasi uji alir metode lempeng orifis dominasi uap	10
Gambar 4 Skema instalasi uji alir metode lempeng orifis dominasi air	11
Gambar 5 Dimensi instalasi uji produksi sumur dominasi air	12
Gambar 6 Skema instalasi lempeng orifis dalam pipa uji	13
Gambar 7 Skema instalasi peralatan kalorimeter	14
Gambar 8 Skema instalasi peralatan untuk pengambilan contoh fluida sumur panas bumi	15
Gambar 9 Skema instalasi peralatan tabung impinger untuk pengambilan contoh NCGS	16
Gambar 10 Skema titik pengambilan contoh fluida sumur panas bumi	17
Daftar Tabel	
Tabel 1 Peralatan utama uji alir fluida dengan metode lip pressure (uji tegak dan uji datar)	5
Tabel 2 Peralatan tambahan uji alir fluida dengan metode lip pressure (uji tegak dan uji datar)	6
Tabel 3 Daftar peralatan utama uji alir fluida dengan metode lempeng orifis	7
Tabel 4 Daftar peralatan tambahan uji alir fluida dengan metode lempeng orifis ..	8
Tabel 5 Spesifikasi lempeng orifis	9



Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) *Kriteria peralatan uji alir fluida sumur panas bumi* ini disusun oleh Panitia Teknis 96, Geologi dan Sumber Daya Mineral.

SNI ini telah dibahas beberapa kali pada rapat teknis dan telah dilaksanakan Forum Konsensus pada tanggal 17 Desember 2003 di Jakarta yang dihadiri para *stakeholders* antara lain instansi Pemerintah terkait, Perguruan Tinggi/Profesional, Konsumen dan Produsen.

Dalam rangka menyeragamkan kriteria peralatan yang digunakan dalam uji alir fluida panas bumi yang menggunakan metode yang telah distandarkan dalam SNI 13-6605-2001, *Metode uji allir fluida sumur panas bumi* dan SNI 13-6677-2002, *Pelaporan uji alir fluida sumur panas bumi* perlu disusun suatu standar kriteria peralatan uji alir fluida sumur panas bumi.





Pendahuluan

Dengan perkembangan pengusahaan energi panas bumi akhir-akhir ini, Pemerintah Indonesia memandang perlu untuk membuat Standar Nasional Indonesia (SNI) *Kriteria peralatan uji alir fluida sumur panas bumi*. Kriteria peralatan ini sangat penting untuk menghindari terjadinya kerancuan dari hasil yang didapatkan, yang selanjutnya berpengaruh besar dalam pemakaian parameter fisis. Pemakaian peralatan dengan kriteria yang baik dan standar akan mendukung kualitas hasil pengujian.

Standardisasi kriteria peralatan ini meliputi hal-hal berikut :

- 1) Penyeragaman kriteria peralatan pada pelaksanaan metode uji alir fluida sumur panas bumi.
- 2) Penyeragaman kriteria peralatan sifat fisis dan sifat kimia





Kriteria peralatan uji alir fluida sumur panas bumi

1 Ruang lingkup

Ruang lingkup standar ini meliputi kriteria peralatan pada pelaksanaan uji alir fluida sumur panas bumi yang mencakup pengujian sifat fisis dan kimia.

2 Acuan normatif

ASTM Designation: *E 1675-95, 1995, Standard Practice for : Sampling Two-Phase Geothermal Fluid for Purposes of Chemical Analysis.*

ASTM Standards, 1998, *Nuclear, Solar and Geothermal Energy. Section 12. Volume 12.02. Nuclear (II), Solar, and Geothermal Energy. Includes Standards of the Following Committees : E-10 on Nuclear Technology and Applications, E-44 on Solar, Geothermal, and Other Alternative Energy Sources. ASTM 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428.*

SNI 13-6605-2001, *Metode uji alir fluida sumur panas bumi.*

SNI 13-6677-2002, *Pelaporan uji alir fluida sumur panas bumi.*

The British Standard-1042,1964, *Methods for the Measurement of Fluid Flow in Pipes. Part 1. Orifice Plates, Nozzles and Venturi Tubes. British Standards Institution. Incorporating amendments issued September 1965 (PD 5636) and December 1968 (AMD 149), 2 Park St., London, W1Y4AA.*

3 Istilah dan definisi

3.1

semburan

proses keluarnya fluida panas bumi dari reservoir ke permukaan melalui sumur bor

3.2

uap kering (satu fasa)

uap panas bumi yang berasal dari reservoir baik yang mempunyai sifat kebasahan (< 2%) maupun yang tidak mempunyai sifat kebasahan

3.3

campuran air panas dan uap (dua fasa)

fluida panas bumi yang berasal dari reservoir yang terdiri atas campuran air panas dan uap

3.4

uji produksi sumur

proses pengukuran parameter fisis, pengambilan contoh, dan penghitungan potensi suatu sumur panas bumi yang telah mengalami semburan secara stabil (*steady state*)

3.5

sifat fisis sumur

sifat fisis fluida suatu sumur panas bumi yang teramati

3.6

sifat kimia sumur

sifat kimia fluida suatu sumur panas bumi yang teramati



3.7

tekanan kritis pipa lip

tekanan yang disebabkan oleh aliran fluida yang terbaca pada manometer (\geq tekanan udara luar) di ujung pipa lip

3.8

perangkat *device*

terdiri dari satu perangkat pembatas ruang pipa (lempeng orifis, *nozzle*, atau tabung *venturi*) yang dipasang di pipa uji sehingga lubang aliran lebih kecil dibandingkan dengan pipa uji tersebut

3.9

lempeng orifis

lempeng datar, tipis dengan ukuran tertentu yang mempunyai satu lubang di tengah dan ditempatkan pada pipa uji

4 Peralatan uji alir fluida sumur panas bumi

4.1 Kriteria peralatan uji alir sifat fisis

Kriteria peralatan uji alir sifat fisis fluida sumur panas bumi ini dilakukan pada

- a) metode tekanan kritis pipa lip dan kalorimetri (James, R., 1960);
- b) metode lempeng orifis dan kalorimetri (*British Standard-1042; Part 1, 1964*).

4.1.1 Metode tekanan kritis pipa lip

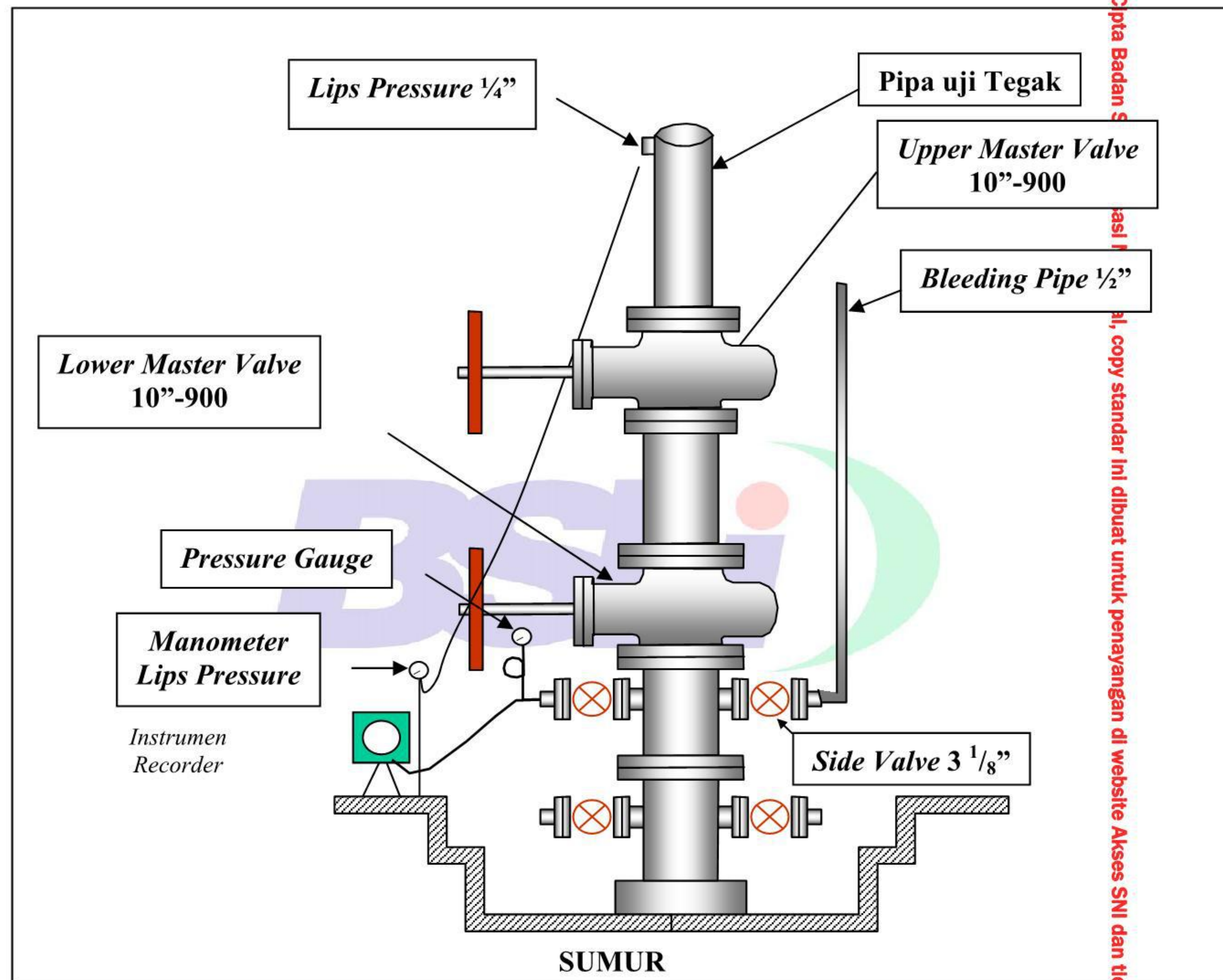
4.1.1.1 Uji tegak

Panjang pipa tegak dari ujung flensa ke bibir atas ≥ 1.5 m. Diameter pipa bergantung pada besarnya laju alir fluida sumur. Pemakaian diameter pipa harus memberikan nilai tekanan kritis di pipa lip yang terbaca (Gambar 1).

4.1.1.2 Uji datar

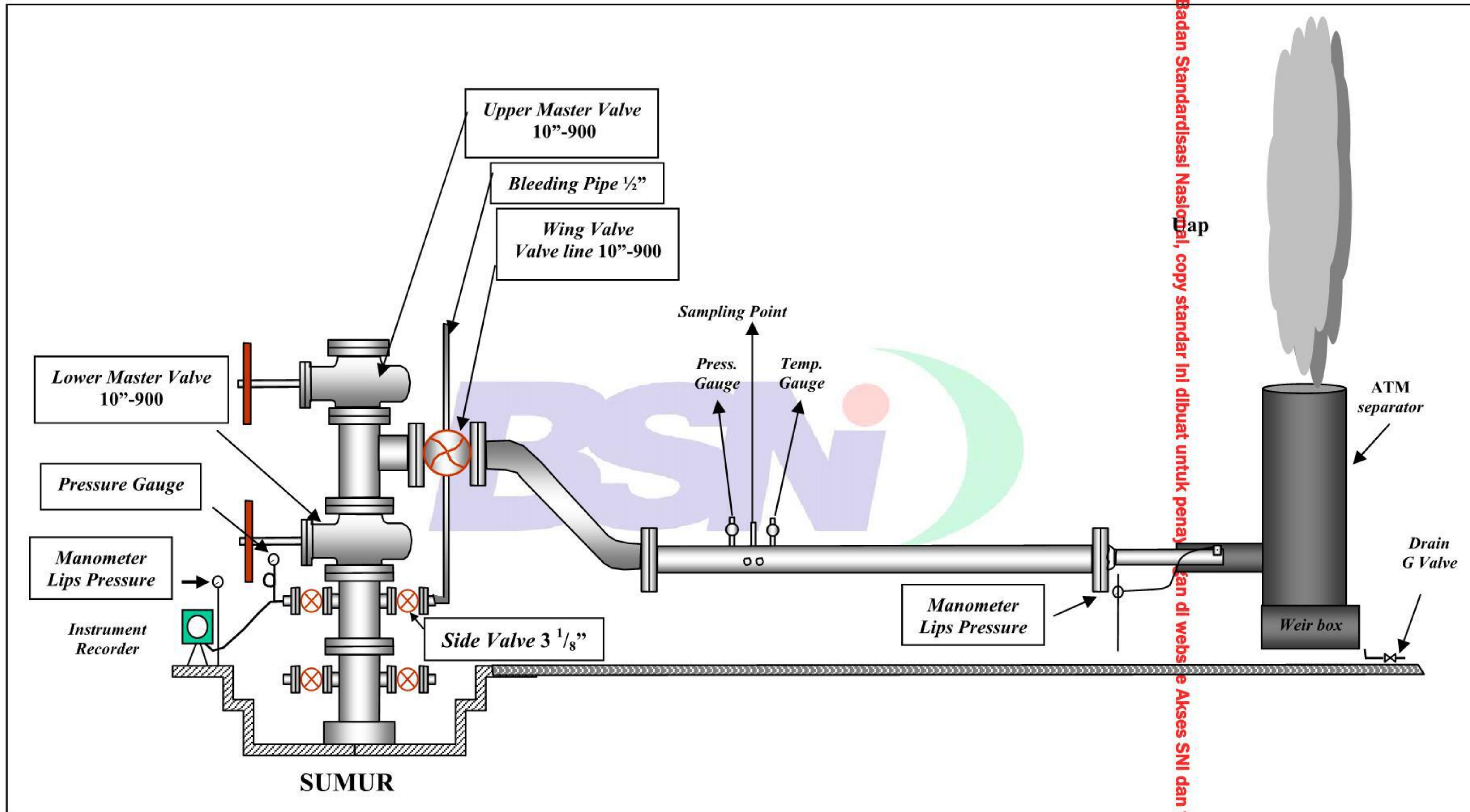
Panjang pipa datar dari wing valve ke flensa-1 sama dengan 3 m. Selanjutnya, jarak pipa datar dari flensa-1 ke flensa-2 sepanjang 7 m (lihat Tabel 1 dan Tabel 2). Diameter pipa bergantung pada besarnya laju alir fluida sumur. Pemakaian diameter pipa harus memberikan nilai tekanan kritis di pipa lip yang terbaca (Gambar 2).





Gambar 1 Skema instalasi uji tegak metode tekanan kritis pipa lip





Gambar 2 Skema instalasi uji datar metode tekanan kritis pipa lip



Tabel 1 Peralatan utama uji alir fluida dengan metoda *lip pressure* (uji tegak dan uji datar)

No	Jenis peralatan	Spesifikasi	Keterangan
1	Flensa tipe <i>tee</i>	10"x10"x10", Sch>120, CS, ANS 600 lb, RTJ	1 buah
2	Flensa	10", ANS 600 lb, SO, CS, RTJ	2 buah
3	Flensa	10", ANS 300 lb, SO, CS, RTJ	4 buah
4	Flensa adaptor	10" 3 1/8" 2000 psi, CS	1 buah
5	<i>Top valve</i>	10" 2000 psi, CS	1 buah
6	<i>Gate valve</i>	10", ANSI 600 lb, flensa, RTJ, CS	1 buah
7	<i>Elbow</i>	10", 45°, Sch 40,SR, CS	3 buah
8	Pipa	10", Sch 40, seamless, CS, 6m, API 5L Grade B.	2 batang
9	<i>Stud bold & nut</i>	1 1/4" x 8 1/2" untuk flensa 10" -600	80 buah
10	<i>Stud bold & Nut</i>	1 1/4" x 8 1/2" untuk flensa 10" -300	40 buah
11	<i>Packing klingerate</i>	120 cm x 240 cm x 0,3 cm	1 lembar
12	<i>Ring joint</i>	R-53, SS-316, tipe oval	5 buah
13	Pipa pendukung	4/6" Sch 40, Pj. 6 m	2 batang
14	Pipa lip	Diameter pipa 6 mm	Jarak dari lip (bibir) ke bibir pipa uji 6 cm.
15	Pipa uji	Diameter pipa 3" s.d. 12", dan panjang 3 s.d 7 m	Diameter ditentukan oleh laju alir fluida sumur (lihat Lampiran B. pada Tabel 6 dan Tabel 7)
16.	Manometer	Kisaran 100-125% dari Tekanan Terukur	<i>Pressure gauge</i> untuk kepala sumur. Tekanan kritis pipa lip
17	<i>Weir box</i>	Dimensi saluran h/p < 0,4; 0.05< h < 0,38 m Dimensi saluran h/b < 0,2; p > 0,45 m b > 1,00 m Panjang saluran 4 h s.d. 5 h.	V – notch = 90° Rectangular h = tinggi air p = jarak datar saluran dengan dasar V – notch b = lebar saluran. Kondisi yang diinginkan 1) lempeng V – notch harus tegak lurus dan vertical dengan dinding bak atau saluran. 2) aliran harus seragam 3) permukaan lempeng V-notch harus bersih. (lihat Lampiran A) Pemilihan Notch tergantung laju alir (Rectangular atau V - Notch)



Tabel 2 Peralatan tambahan uji alir fluida dengan metoda *lip pressure* (uji tegak dan uji datar)

No	Jenis Peralatan	Spesifikasi	Keterangan
1	Pengukur tekanan	ITT Barton <i>c/w connection</i>	1 Unit
2	Pengukur tekanan	Kisaran 0 – 25 ksc	1 buah
3	Pengukur tekanan	Kisaran 0 – 3 ksc	1 buah
4	Pengukur suhu	Kisaran 0 – 300 °C	1 buah
5	<i>Chamber</i>	D 3" x ½" NPT, SS-304	2 buah untuk instrument Barton
6	<i>Thermowell</i>	¾" x ½" NPT, SS-304	1 buah untuk pipa 10"
7	Titik pengambilan contoh kalorimeter	¾" x ½" NPT, SS-304	1 buah untuk pipa 10"
8	<i>Hose neck</i>	½", SS-304	1 buah
9	<i>Ball valve</i>	½", SS-316, 6000 psi	7 buah
10	<i>Ball valve</i>	¼", SS-316, 6000 psi	2 buah
11	<i>Socket</i>	¾" -3000 psi, SS-316	6 buah
12	<i>Socket</i>	½" -3000 psi, SS-316	2 buah
13	<i>Three-way valve manifold</i>	½" -6000 psi	1 buah
14	<i>Tubing stainless</i>	½", SS-316	1 buah
15	<i>Tubing line lip pressure</i>	Diameter disesuaikan	1 buah
16	<i>Double nipple</i>	½" -3000 psi, SS-316	8 buah
17	<i>Double nipple</i>	¼" -3000 psi, SS-316	2 buah
18	<i>Double nipple</i>	½"x¼" -3000 psi, SS-316	8 buah
19	<i>Elbow</i>	90° ½" -3000 psi, SS-316	1 buah
20	<i>Elbow</i>	90° ¼" -3000 psi, SS-316	4 buah

4.1.2 Metode lempeng orifis

Metode lempeng orifis dengan D dan D/2 Tapping dapat dipergunakan untuk mengukur laju alir fluida dalam pipa yang diameter dalamnya ≥ 1 inch. Lempeng orifis yang digunakan harus memberikan harga perbedaan tekanan (ΔP) $\leq 5.5 \times P_u$ (tekanan hulu).

4.1.2.1 Dominasi uap

Diameter pipa orifis yang digunakan bergantung pada besarnya laju alir fluida yang dihasilkan oleh sumur (Gambar 3).

4.1.2.2 Dominasi air

Diameter pipa orifis yang digunakan bergantung pada besarnya laju alir fluida yang dihasilkan oleh sumur. Pemakaian diameter pipa harus memberikan nilai tekanan kritis di pipa lip yang terbaca (Gambar 4 dan Gambar 5).



Tabel 3 Daftar peralatan utama uji alir fluida dengan metode lempeng orifis

No	Jenis peralatan	Spesifikasi	Keterangan
1	Flensa tipe <i>tee</i>	10"x10"x10", Sch>120, CS, ANSI 600 lb, RTJ	1 buah
2	Flensa	10", ANSI 600 lb, SO, CS, RTJ	2 buah
3	Flensa	10", ANSI 300 lb, SO, CS, RTJ	8 buah
4	Flensa	10", ANSI 150 lb, SO, CS, RTJ	4 buah
5	Flensa adaptor	10" 3 1/8" 2000 psi, CS	1 buah
6	<i>Top valve</i>	10" 2000 psi, CS	1 buah
7	<i>Gate valve</i>	10", ANSI 600 lb, flensa, RTJ, CS	1 buah
8	<i>Gate valve</i>	10", ANSI 300 lb, flensa, RF, CS	1 buah
9	<i>Elbow</i>	10", 90°, Sch 40,SR, CS	1 buah
10	<i>Elbow</i>	10", 45°, Sch 40,SR, CS	3 buah
11	Pipa	10", Sch 40, seamless, CS, 6m, API 5L Grade B.	5 batang
12	<i>Stud bold & nut</i>	1 1/4" x 8 1/2" untuk flensa 10" -600	80 buah
13	<i>Stud bold & nut</i>	1 1/4" x 8 1/2" untuk flensa 10" -300	80 buah
14	<i>Stud bold & nut</i>	1 1/4" x 8 1/2" untuk flensa 10" -150	24 buah
15	<i>Packing klingerate</i>	120 cm x 240 cm x 0,3 cm	1 lembar
16	<i>Ring joint</i>	R-53, SS-316, tipe oval	5 buah
17	Pipa pendukung	4/6" Sch 40, Pj. 6 m	2 batang
18	Bahan <i>silincer</i>	2,4 x 2 x 2,4 m (P x L x T) - Lempeng Baja 240 x 120 x 1 cm - Casing/Stove pipe 30" panjang 1 m	10 lembar 2 buah
19	Lempeng orifis	Bahan SS (316) Diameter ditentukan oleh hasil perhitungan (Lampiran).	Kemiringan sayatan 45°
20	Manometer	Kisaran 100-125% dari tekanan terukur	<i>Pressure gauge</i> untuk Kepala Sumur. Pengukur TKS, tekanan hulu dan beda tekanan hulu dan hilir.
21	Pipa uji	Diameter bergantung pada laju-alir	Jarak <i>pressure gauge</i> hulu dengan pipa tegak 1.5 m. Jarak <i>pressure gauge</i> hilir dengan <i>silencer</i> 15 m



Tabel 4 Daftar peralatan tambahan uji alir fluida metode lempeng orifis

No	Jenis peralatan	Spesifikasi	Keterangan
1	Pengukur tekanan	<i>ITT Barton c/w connection</i>	1 unit
2	Pengukur tekanan	Kisaran 0 – 25 ksc	1 buah
3	Pengukur tekanan	Kisaran 0 – 3 ksc	1 buah
4	Pengukur suhu	Kisaran 0 – 300 °C	1 buah
	Lempeng orifis	Untuk flensa 10"–300, SS-304	2 buah
5	<i>Chamber</i>	Untuk instrument Barton D 3" x ½" NPT, SS-304	2 buah
6	<i>Thermowell</i>	¾" x ½" NPT, SS-304	1 buah untuk pipa 10"
7	Titik pengambilan contoh kalorimeter	¾" x ½" NPT, SS-304	1 buah untuk pipa 10"
8	<i>Hose neck</i>	½", SS-304	1 buah
9	<i>Ball valve</i>	½", SS-316, 6000 psi	7 buah
10	<i>Ball valve</i>	¼", SS-316, 6000 psi	2 buah
11	<i>Socket</i>	¾" –3000 psi, SS-316	6 buah
12	<i>Socket</i>	½" –3000 psi, SS-316	2 buah
13	<i>Three-way valve manifold</i>	½" –6000 psi	1 buah
14	<i>Tubing stainless</i>	¼", SS-316	1 buah
15	<i>Tubing line lip pressure</i>	Diameter disesuaikan	5 buah
16	<i>Double nipple</i>	½" –3000 psi, SS-316	8 buah
17	<i>Double nipple</i>	¼" –3000 psi, SS-316	2 buah
18	<i>Double nipple</i>	½"x¼" –3000 psi, SS-316	8 buah
19	<i>Elbow</i>	90°C ½" –3000 psi, SS-316	1 buah
20	<i>Elbow</i>	90°C ¼" –3000 psi, SS-316	4 buah



Tabel 5 Spesifikasi lempeng orifis

No	Dimensi lempeng	Spesifikasi
1	Diameter	$0,25'' < d < 0,707XD$ untuk $D \leq 2''$ $d \leq 0,837XD$ untuk $D > 2''$
2	Lubang	Harus sejajar dengan sumbu pipa atau kemiringan $\leq 0,5^\circ$
3	Lingkaran lubang	harus bundar dengan toleransi $\pm 0,001Xd$ untuk $d/D \leq 0,67$ $\pm 0,0005Xd$ untuk $d/D > 0,67$
4	Sudut hulu	Harus halus dan tepat 90°
5	Ketebalan lubang	Tebal lubang $\leq 0,1Xd$ untuk $d/D \leq 0,2$ Tebal lubang $\leq 0,02XD$ untuk $d/D > 0,2$
6	Ketebalan lempeng	Tebal $\leq 0,1XD$ untuk $d/D \leq 0,67$ Tebal $\leq 0,05XD$ untuk $d/D > 0,67$
7	Sudut hilir	Kemiringan antara $30^\circ - 45^\circ$ jika tebal lempeng melampaui batas yang diperbolehkan
8	Permukaan lempeng sebelah hulu	Harus rata sampai diameter D yang konsentris dengan lubang orifis, sehingga jarak antara garis hubung 2 buah titik-sembarang pada permukaan itu terhadap permukaan lempeng orifis $\leq 1\%$ panjang garisnya.
9	Kehalusan lempeng sebelah hulu	Harus halus sehingga jarak antara titik tertinggi dan titik terendah pada permukaannya adalah $\leq 0,0003Xd$ s.d. jarak $1,5Xd$ untuk $d/D \leq 0,67$ $\leq 0,0003Xd$ s.d. jarak $1,0Xd$ untuk $d/D > 0,67$
10	Permukaan hilir	Sejajar permukaan hulu dengan perbedaan $\leq 0,5^\circ$
11	<i>Drain hole</i>	Hanya boleh dibuat jika diameter pipa $> 4''$ dengan diameter $\leq 0,1Xd$ dan harus ditempatkan di luar daerah dengan diameter $(D-0,2Xd)$ yang konsentris dengan lubang orifis.

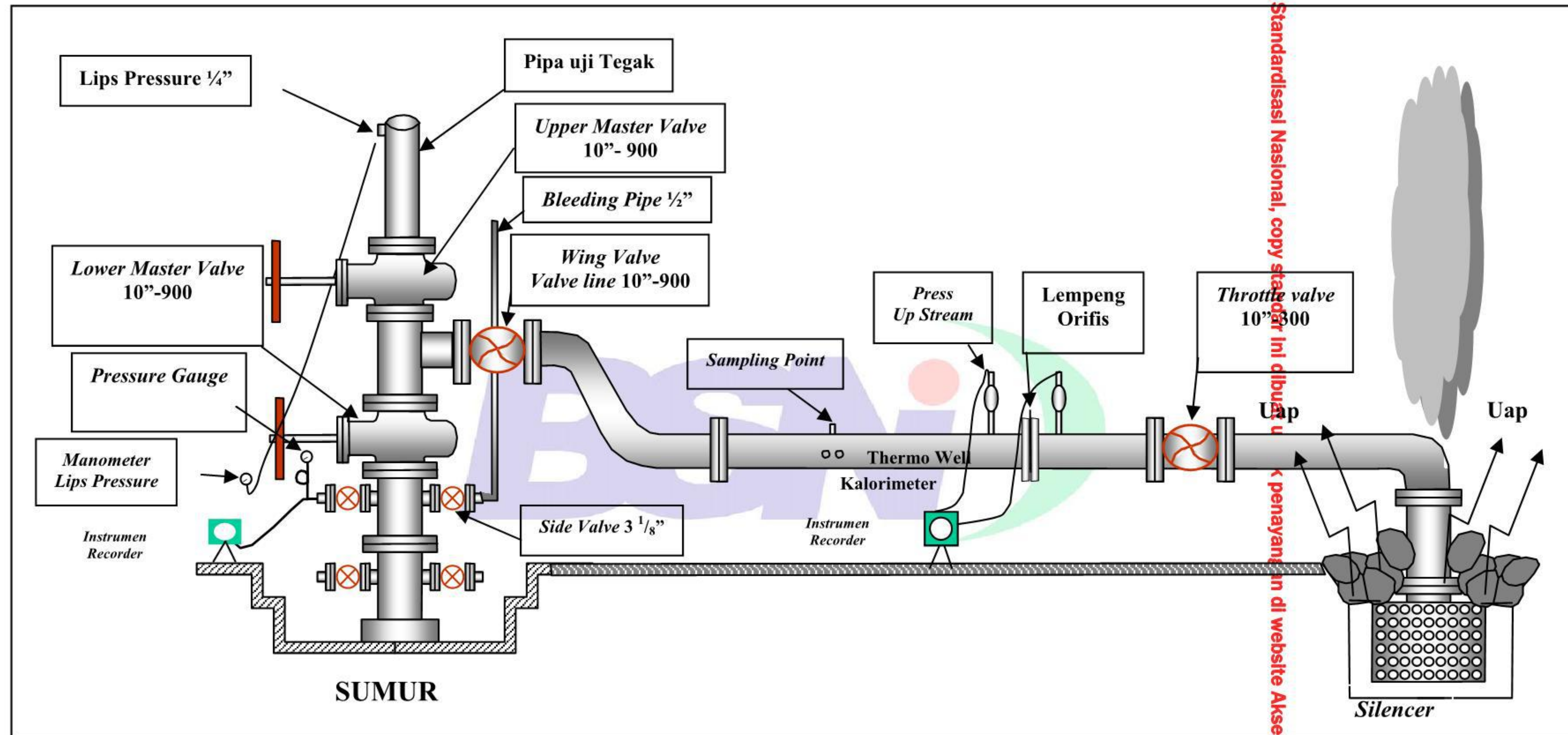
4.1.3 Kriteria peralatan uji alir sifat fisis dengan kalorimetri

Pengukuran kalorimetri menghasilkan nilai/harga entalpi uap. Sketsa peralatan pengukuran kalorimeter diperlihatkan pada Gambar 7.

4.2 Kriteria peralatan uji alir sifat kimia

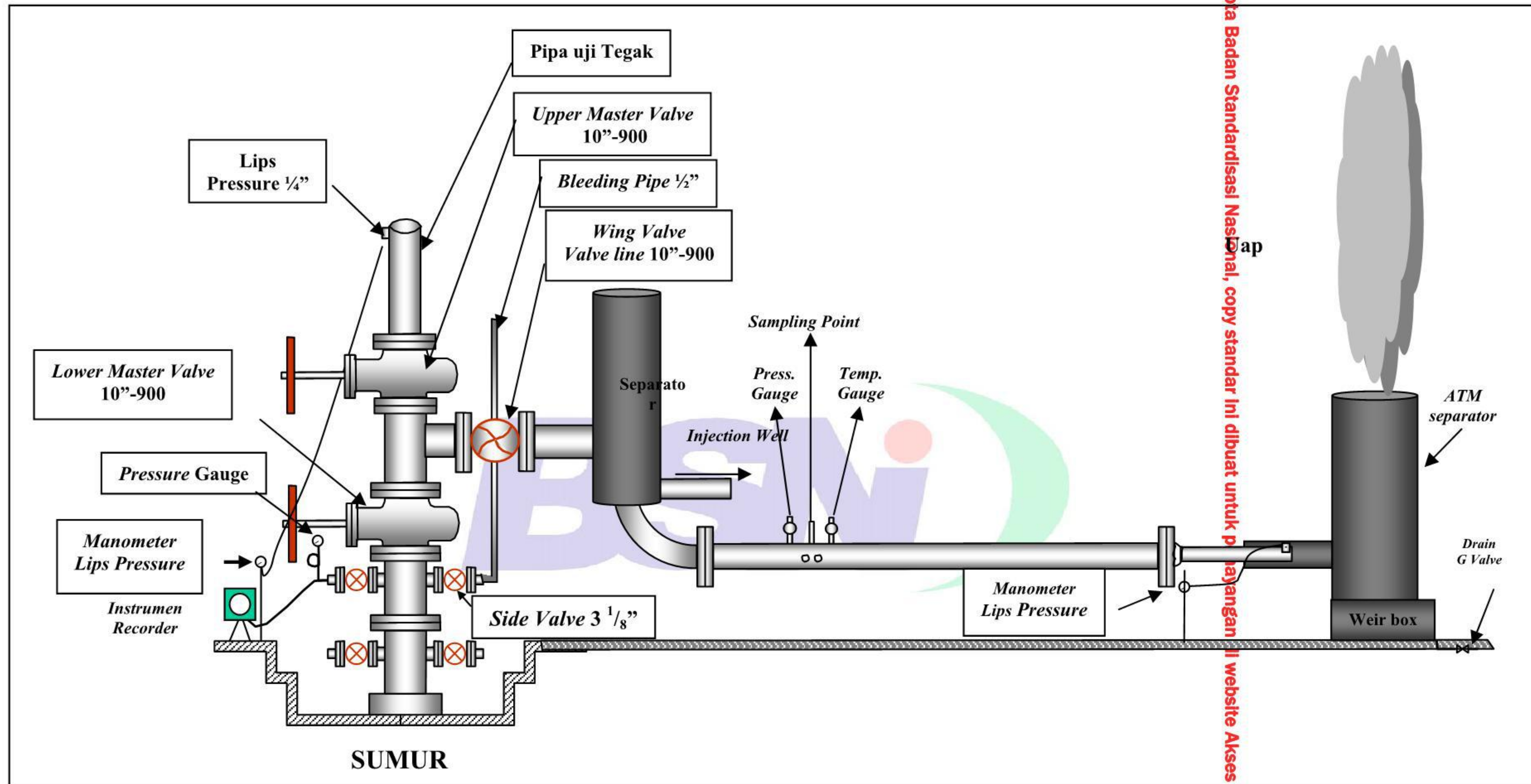
Peralatan untuk pengambilan contoh uap (*steam condensat*), air panas atau *separated water* (SPW), dan gas dalam uap atau *non condensable gas sample* (NCGS) sesuai dengan standar ASTM (*Designation* : E 1675 – 95a). Sketsa peralatan untuk pengambilan contoh fluida sumur panas bumi baik yang berupa satu fasa maupun dua fasa dapat dilihat pada Gambar 8, dengan kriteria bahwa perbedaan tekanan di P_1 dan tekanan di P_2 harus lebih kecil atau sama dengan 0,2 bar absolut ($P_1 - P_2 \leq 0,2$ bar abs). Pengambilan contoh gas tak terkondensasikan dengan menggunakan peralatan tabung *Impinger* seperti terlihat pada Gambar 9. Titik atau lokasi untuk pengambilan contoh fluida sumur panas bumi dapat dilihat pada Gambar 10.





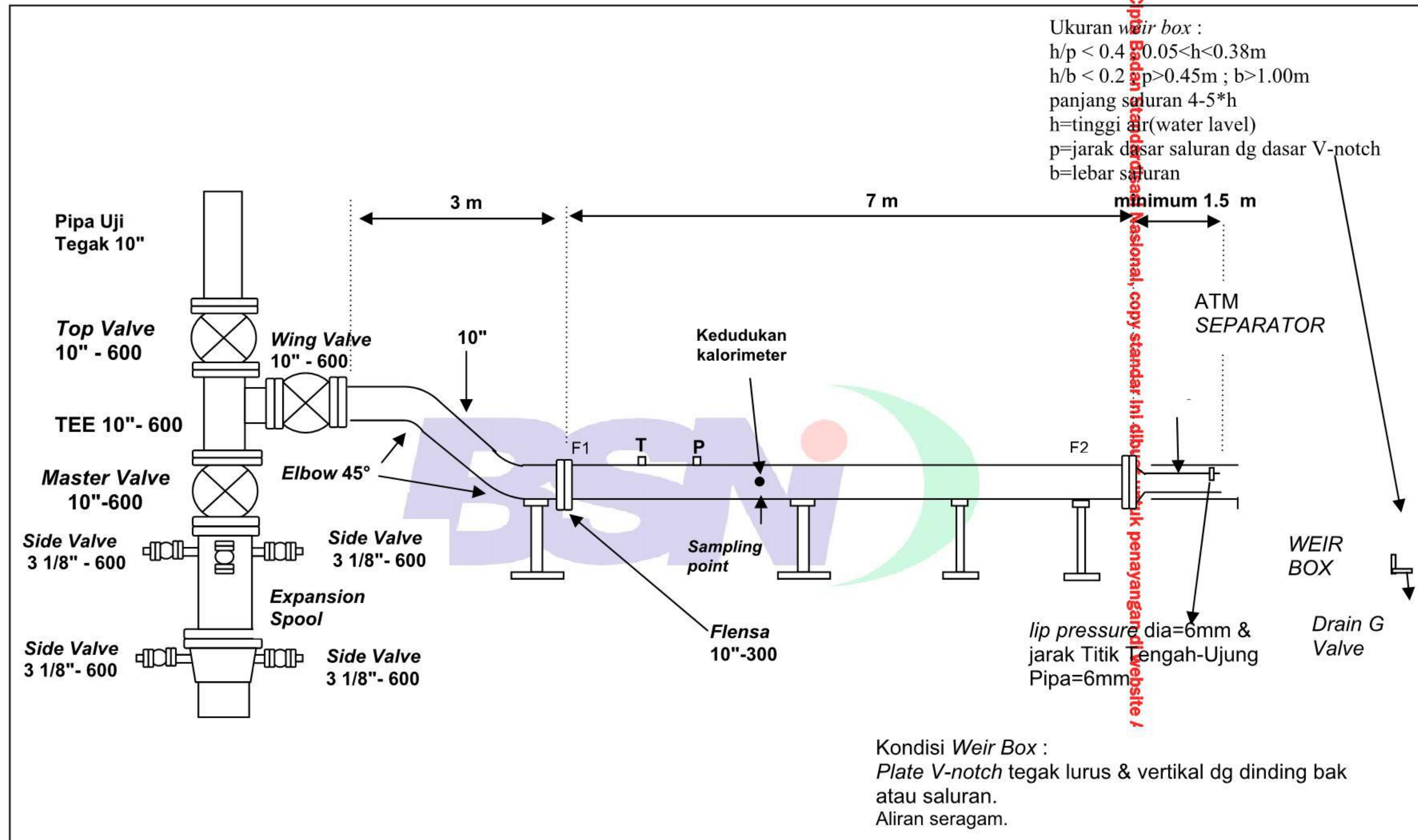
Gambar 3 Skema instalasi uji alir metode lempeng orifis dominasi uap





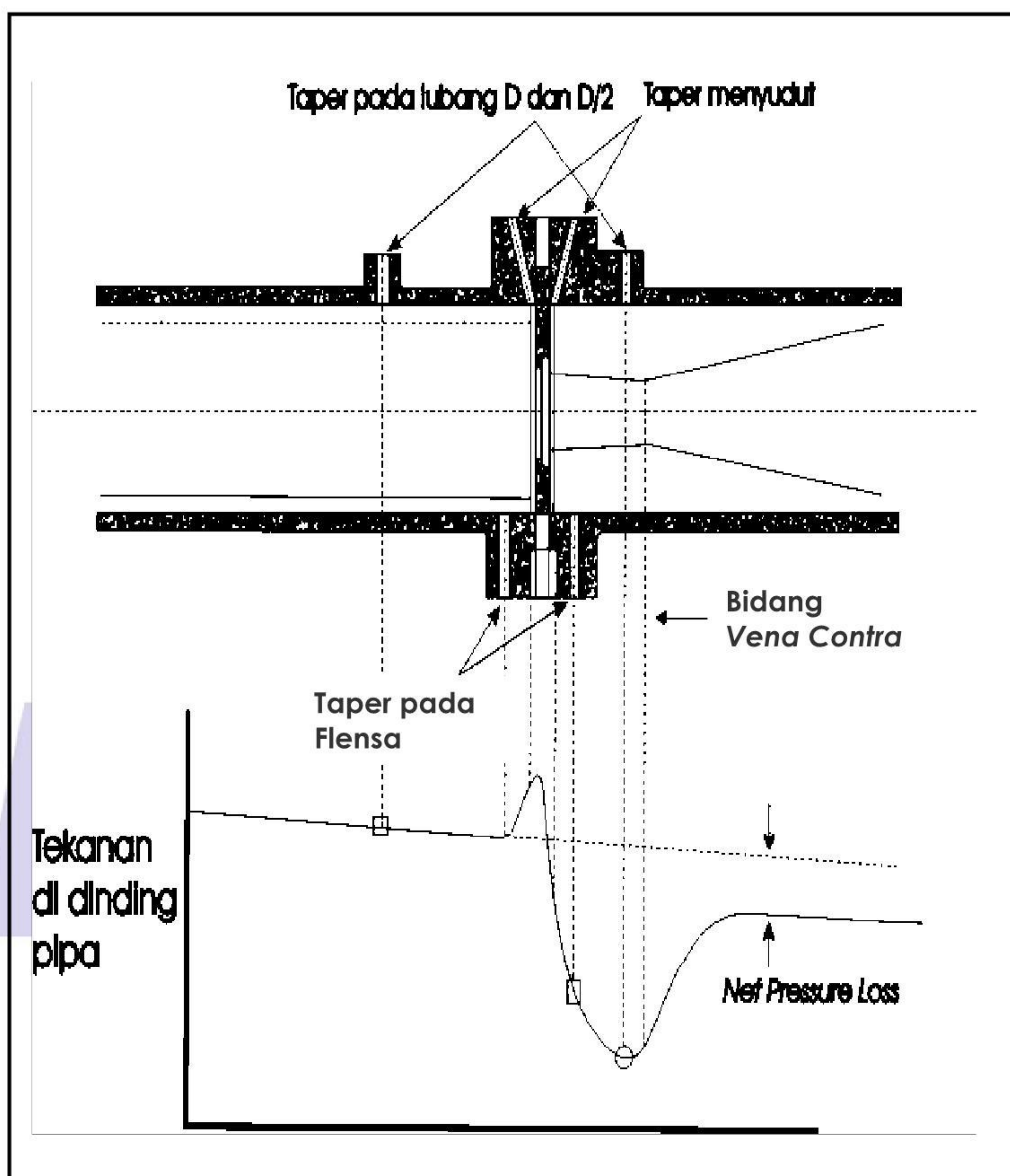
Gambar 4 Skema instalasi uji alir metode lempeng orifis dominasi air





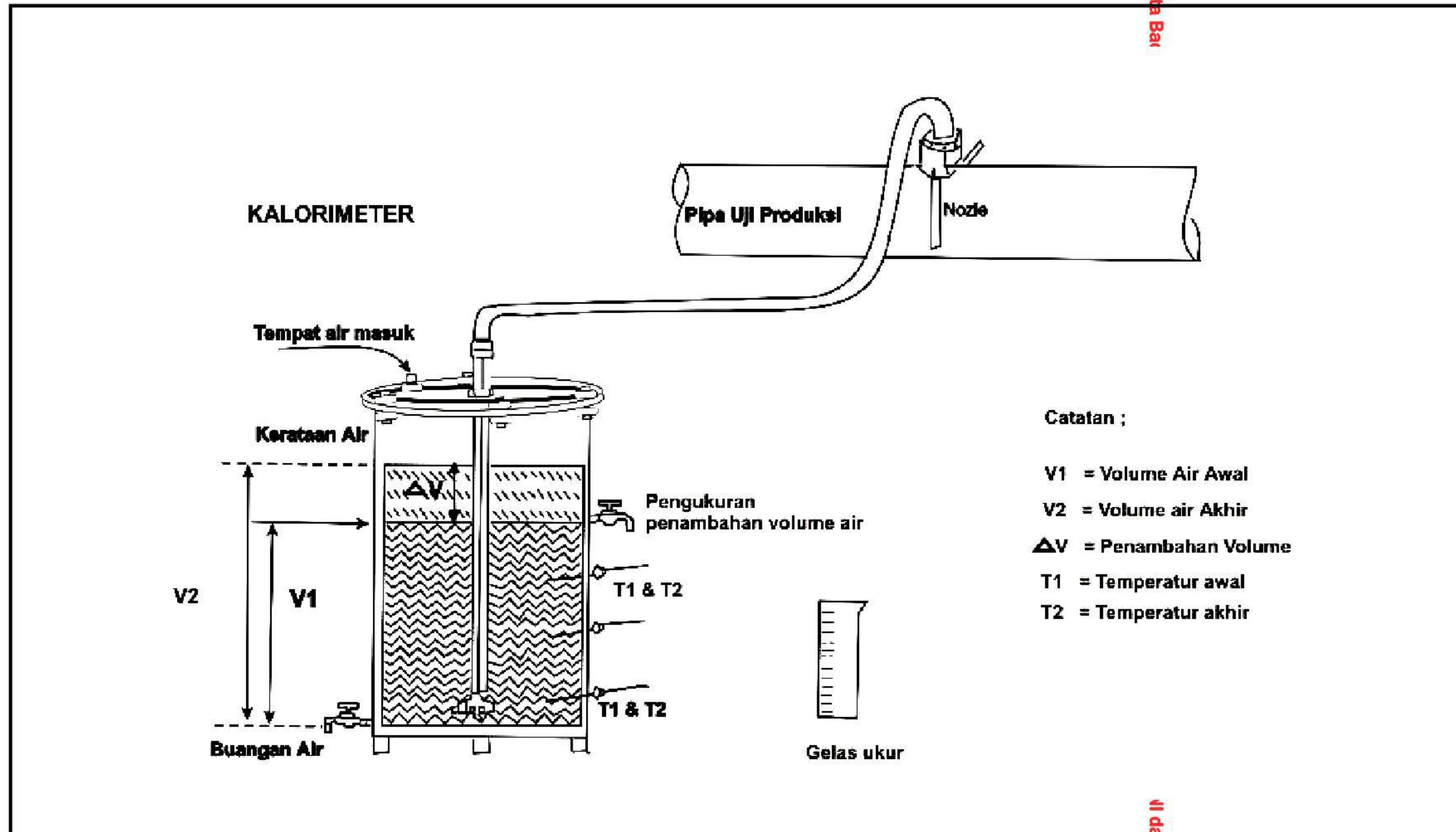
Gambar 5 Dimensi instalasi uji produksi sumur dominasi air





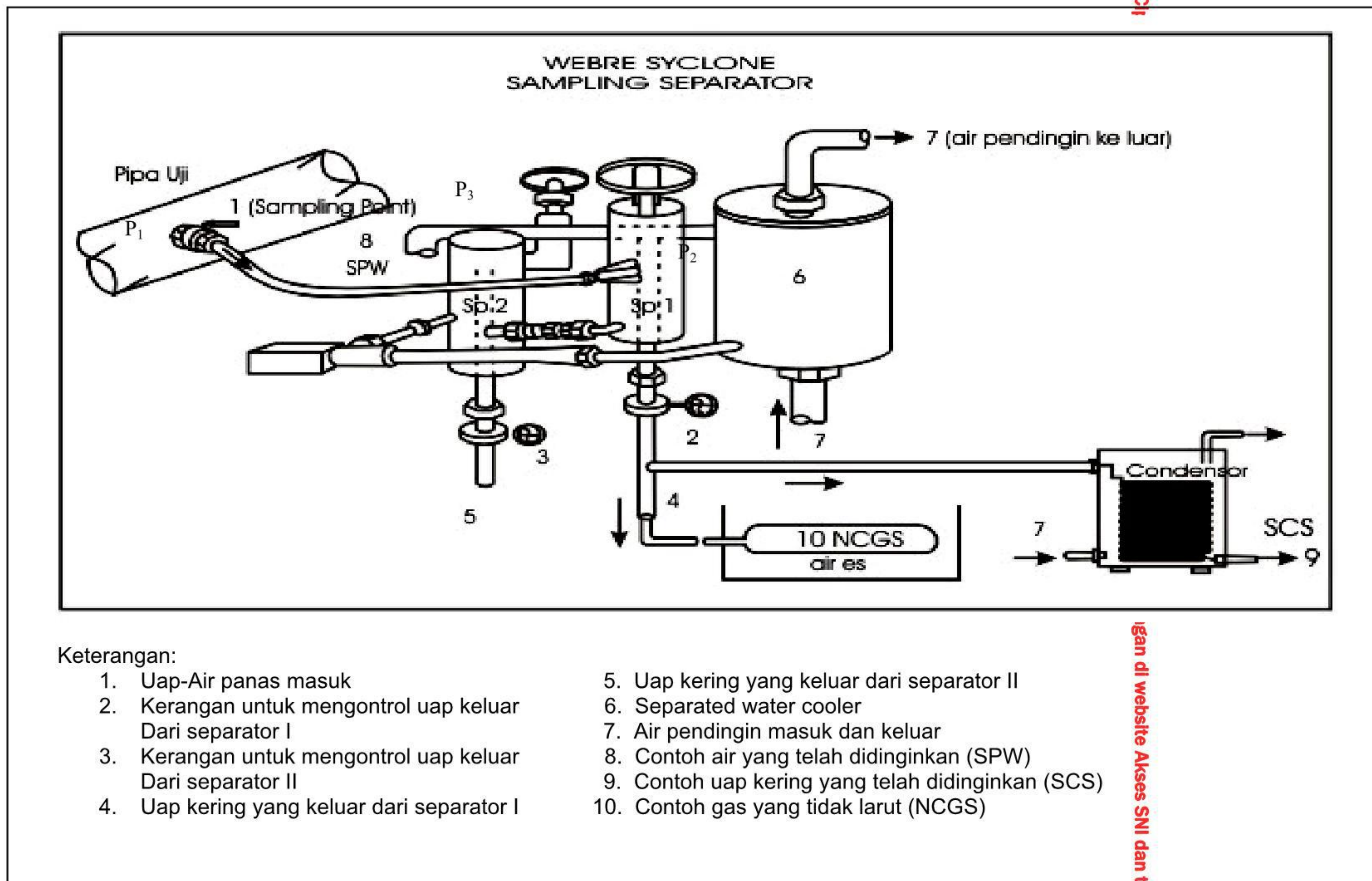
Gambar 6 Skema instalasi lempeng orifis dalam pipa uji





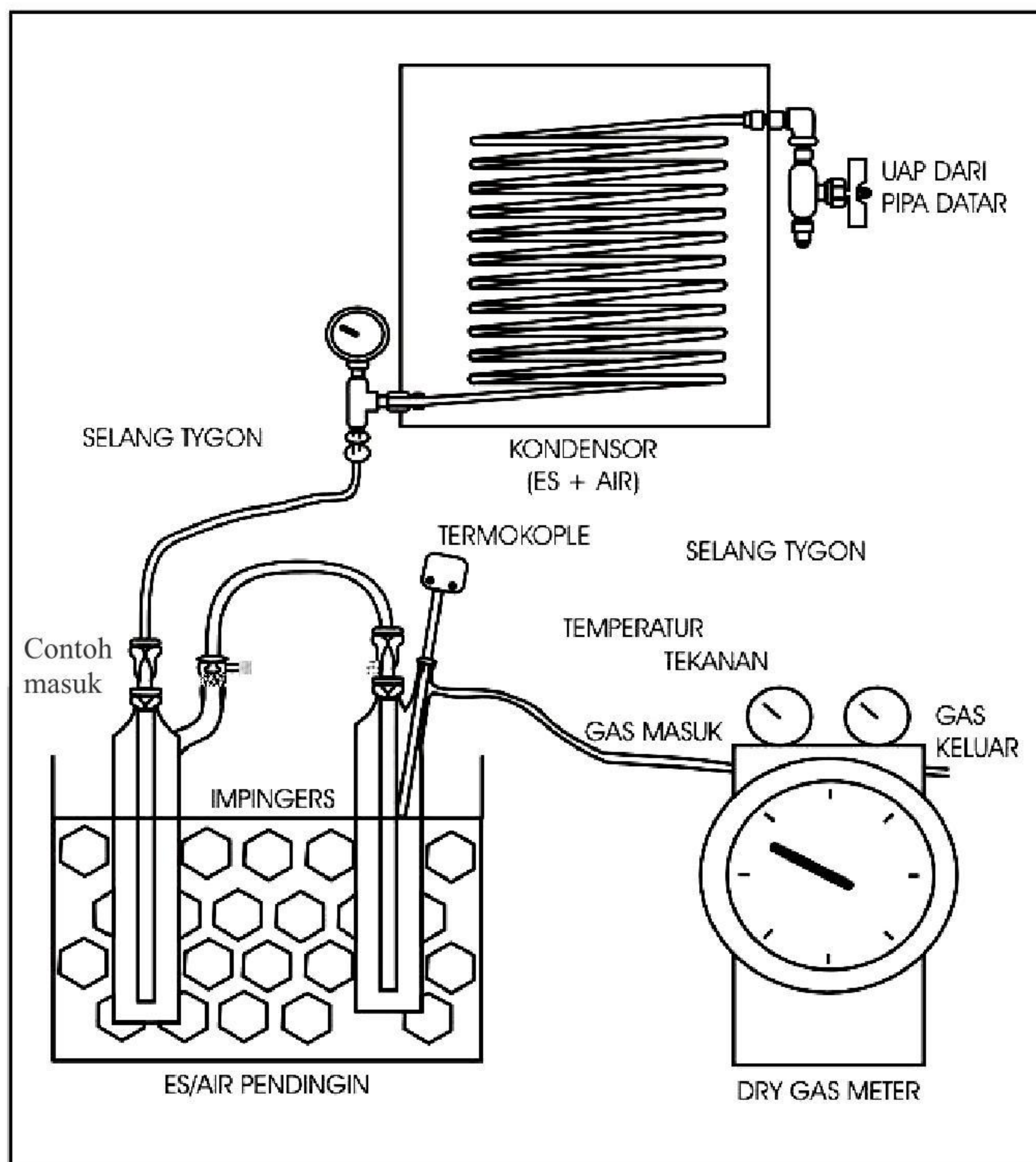
Gambar 7 Skema instalasi peralatan kalorimeter





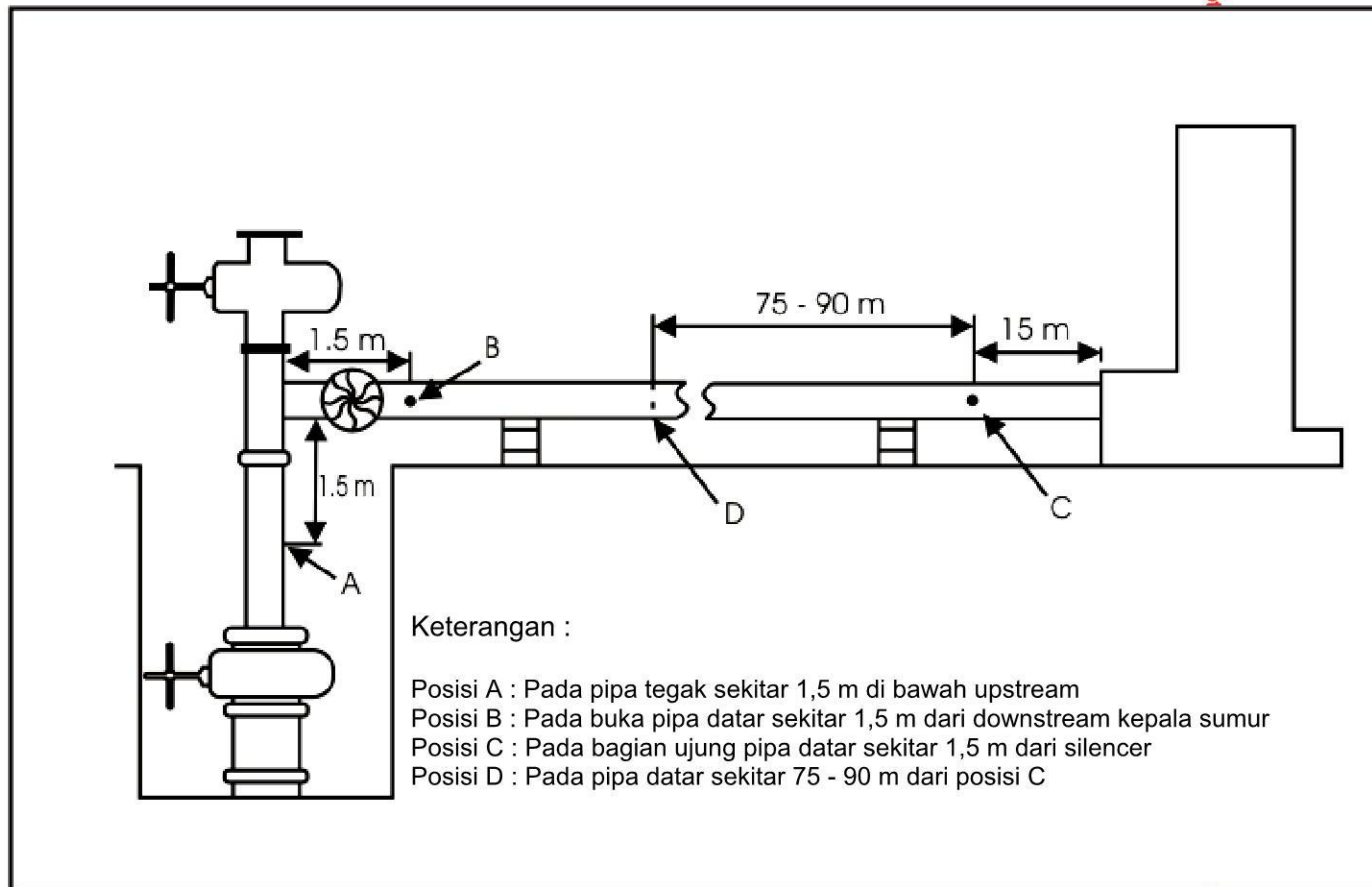
Gambar 8 Skema instalasi peralatan untuk pengambilan contoh fluida sumur panas bumi





Gambar 9 Skema instalasi peralatan tabung impinger untuk pengambilan contoh NCGS





Gambar 10 Skema titik pengambilan contoh fluida sumur panas bumi



Lampiran A (informatif)

Prosedur perhitungan laju aliran air pada saluran terbuka dan di weirbox (*rectangular-notch and 90 v-notch weir*)

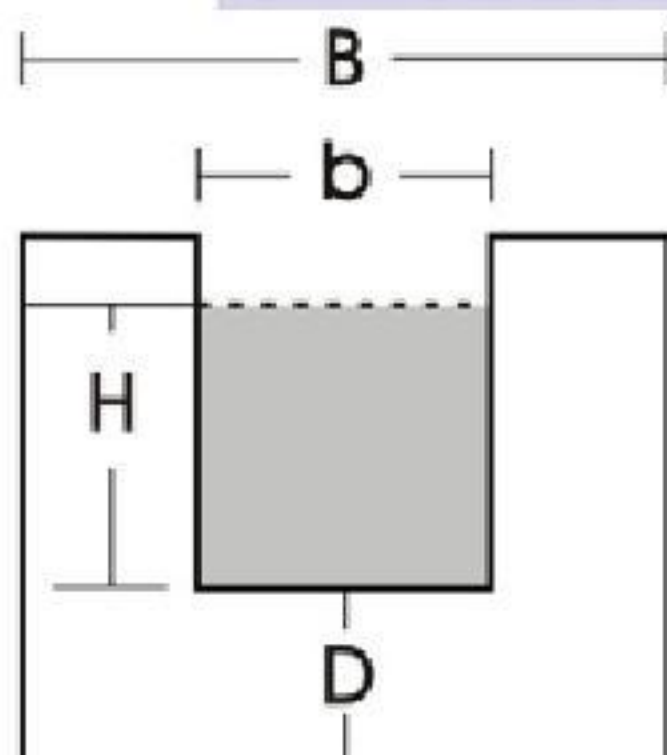
A.1 Saluran terbuka

Rumus dasar perhitungan laju aliran Volume air (melalui saluran terbuka) adalah sebagai berikut :

$$Q = K \left[\frac{2}{3} B \sqrt{2 g \gamma H^{3/2}} \right] \quad (1)$$

Keterangan, Q : Laju aliran Volume air panas (m³/detik)
K : Koefisien *discharge*
B : Lebar weirbox (m)
g : Percepatan gravitasi (g=9,81 m/ detik²)
γ : Densitas air panas (kg/ m³)
H : Tinggi air pada celah weirbox (m)

A.2 Rectanguler-notch weir (untuk aliran yang besar atau H > 12")



Rumus dasar perhitungan laju aliran air pada *rectangular-notch weir*

adalah sebagai berikut:

$$Q = K. b. H^{3/2} \quad (2)$$

Keterangan , Q : Laju aliran massa air panas (m³/ detik)

K : Koefisien aliran *discharge*
Ditentukan dengan persamaan (3)
H : Tinggi air pada celah weirbox (m)
D : Tinggi celah dari dasar weirbox (m)
b : Lebar celah weirbox (m)
B : Lebar weirbox (m)

$$K = 107.1 + \frac{0.177}{H} + 14.2 \frac{1}{D} - 25.7 \sqrt{\frac{(B-b)}{DB}} + 2.04 \frac{\sqrt{B}}{D} \quad (3)$$

Parameter di bawah ini berlaku untuk penentuan K pada persamaan (3)

B = 0.5 - 6.5 m, D = 0.15 - 3.5 m, b = 0.15 - 5 m, H = 0.03 – 0.045 \sqrt{b} m, $\frac{bD}{B^2} > 0.1$

CATATAN

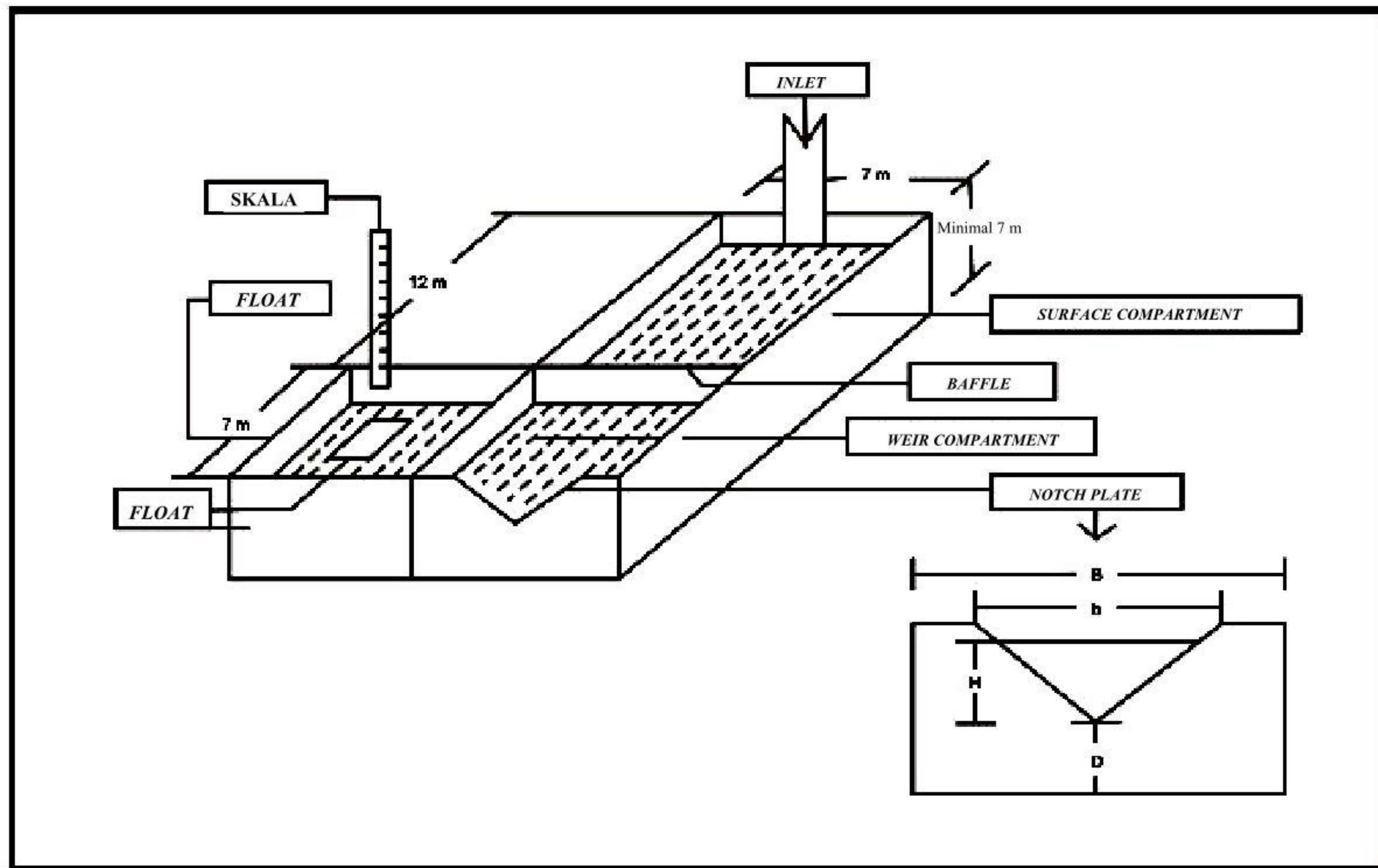
Aliran air panas yang mempunyai volume sangat kecil, disarankan untuk mengukur laju aliran massa air (Q) dengan gelas ukur dan dibantu perlengkapan stopwatch untuk menentukan waktu pengukuran volume. Densitas air panas, ρ (kg/m³) didapatkan dari *steam table* pada temperatur air panas dalam tabung gelas. Kemudian, dihitung laju alir massa air panas, W = Q ρ (kg/detik) yang akan digunakan



dalam menentukan contoh entalpi air panas (h) sesuai dengan prosedur metode tekanan kritis pipa lip.

A.3 Tipe 90° "V-notch weir" (laju aliran kecil atau $H < 12$ ")

Alat ini mempunyai satu lubang terbuka, dilengkapi *baffles* yang berfungsi sebagai pengontrol adanya gangguan aliran permukaan dan *V-notch m*. Konstruksi *V-notch weir* diperlihatkan pada sketsa di bawah ini.



Rumus dasar perhitungan laju aliran air sebagai berikut :

$$Q = K \cdot H^{5/2} \quad (4)$$

Dengan mensubstitusikan parameter di bawah ini terhadap rumus (5), diperoleh turunan rumus (6) dan (7).

$$B = 0.5 - 1.2 \text{ m}, \quad H = 0.07 - 0.26 \text{ m}, \quad D = 0.1 - 0.75 \text{ m}, \quad H = \text{lebih rendah dari } B/3$$

$$K = 81.2 + \frac{0.24}{H} + \left(8.4 + \frac{12}{UD} \right) \left(\frac{H}{B} - 0.09 \right)^2 \quad (5)$$



Keterangan , Q : Laju aliran air panas (m³/menit)
 W : Laju aliran massa air panas (kg/menit)
 H : Tinggi air pada celah *weirbox* (m)
 b : Lebar celah *weirbox* (m)
 D : Tinggi celah dari dasar *weirbox* (m)
 K : Koefisien aliran (*discharge*)

$$Q = 0.824 H^{2.5} \quad (6)$$

$$W = 0.8 H^{2.5} \quad (7)$$

Keterangan , Q : Laju aliran air panas (liter/menit)
 W : Laju aliran massa air panas (kg/menit)
 H : Tinggi air pada celah *weirbox* (cm)





Lampiran B (informatif)

Data penunjang

Tabel B.1 Diameter dalam minimum pipa sebelah hulu

Type of pipe and internal surface	Minimum internal diameter of upstream pipe, Inches						
	Square-edge orifice plate			Quarter - circle orifice plate	Conical-entrance orifice plate	Nozzle or venturi nozzle	Venturi tube
	Corner tapplings	D and D/2 tapplings	Flange tapplings				
Brass, copper, lead, glass, plastics	1	1	2	1	1	2	2
Steel							
Not rusty							
Cold-drawn	1	1	2	1	1	2	2
Seamfree	1	1	3	1	1	2	2
Welded	1	1	4	1	1	2	2
Slightly rusty	1	1	5	2	1	2	8
Rusty	2	2	10	4	2	2	2
Slightly encrusted	8	8	30	8	8	4	*
Bitumenised	1	1	2	1	1	2	2
New	1	1	5	3	3	2	5
Used	1	1	5	2	2	2	5
Galvanised							
Cast iron							
Bitumenised	1	1	5	1	1	2	2
Not rusty	2	2	10	2	2	2	2
Rusty	8	8	30	8	8	12	*



Tabel B.2 Panjang minimum pipa lurus sebelah hulu

	Minimum number of pipe diameters for Cases A to F listed below								
	(a) Minimum length of straight pipe immediately upstream of device								(b) Minimum length between first upstream fitting and next upstream fitting
Diameter ratio d/D less than :	0.22	0.32	0.45	0.55	0.63	0.7	0.77	0.84	
Area ratio m less than :	0.051	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	
Fittings producing symmetrical disturbances									
Case A.Reducer (reducing not more than 0.5 D over a length of 3D) Enlarger (enlarging not more than 2D over a length of 1.5D) Any pressure difference device having an area ratio m not less than 0.3	16	16	18	20	23	26	29	33	13
Case B. Gate valve fully open (for $\frac{3}{4}$ closed see Case H)	12	12	12	13	16	20	27	38	10
Case C.Globe valve fully open (for $\frac{3}{4}$ closed see Case J)	18	18	20	23	27	32	40	49	16
Case D.Reducer (any reduction including from a large space)	25	25	25	25	25	26	29	33	13
Fittings producing asymmetrical disturbances in one place									
Case E. Single bend up to 90°, elbow, Y- junction, T-junction (flow in either but not both branches)	10	10	13	16	22	29	41	56	15
Case F. Two or more bends in the same plane, single bend of more than 90°, swan	14	15	18	22	28	36	46	57	18
Fittings producing asymmetrical disturbances and swirling motion									
Case G.Two or more bends, elbows, loops or Y-junctions in different planes, T-junction with flow in both branches	34	35	38	44	52	63	76	89	32
Case H.Gate valve up to $\frac{3}{4}$ closed (for fully open see Case B)									
Case J. Globe valve up to $\frac{3}{4}$ closed (for fully open see Case C)	40	40	40	41	46	52	60	70	26
Other fittings									
Case K. All other fittings (provided there is no swirling motion)	12	14	14	26	36	60	80	100	30
	100	100	100	100	100	100	100	100	50

Bibliografi

Ellis, A.J. and Mahon, W.A.J., 1977. *Chemistry and geothermal systems*. 111 Fifth Avenue., New York 10003 – USA :Academic Press., 392 pp.

Grant, M. A., Donaldson, I. G. and Bixley, P. F., 1982. *Geothermal Reservoir Engineering*. 111 Fifth Avenue., New York 10003 – USA : Academic Press.

James, R. 1962. *Steam-water critical flow through pipes*. Proc. Inst. Mech. Engrs., 741

James, R. 1964. *Maximum steam flow through pipes to the atmosphere*. Proc. Inst. Mech. Engrs., 173, 473.

James, R. 1966. *Measurement of Steam-water Mixtures Discharging at the Speed of Sound to the Atmosphere*. New Zealand Engineering, 21 (10).

James, R. 1975. *Rapid Estimation of Electric Power Potential of Discharging Geothermal Wells. Proceedings; Second United Symposium on the Development and Use of Geothermal Resources. San Francisco*.

Mahon, W. A. I., 1966. *A method for determining the enthalpy of a steam-water mixture discharged from a geothermal drillhole*. N.Z.J. Sci. 9, 791.









BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.or.id